

Analisis dan Studi Eksperimen Perbandingan Transmisi Manual dengan Transmisi CVT pada Mobil Honda Jazz 2018, Berdasarkan Karakteristik Traksi dan Efisiensi Transmisi

Rafi Rasyad dan I Nyoman Sutantra

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: tantra@me.its.ac.id

Abstrak—Teknologi otomotif mengalami perkembangan pesat beberapa tahun terakhir, begitu pula dari sektor mobil. Variabel yang mengalami perubahan adalah tipe transmisi yang digunakan. Melihat banyak nya penjualan mobil bertransmisi otomatis, seharusnya pihak produsen mengimbangnya dengan upaya memberikan informasi detail mengenai perbedaan transmisi pada mobil kepada konsumen dalam upaya mencerdaskan konsumen. Perbedaan sistem transmisi juga menghasilkan performa yang berbeda juga. Sehingga perbedaan itulah yang mendasari penulis untuk melakukan analisis dan studi eksperimen perbandingan transmisi manual dengan transmisi cvt pada mobil Honda Jazz 2018, berdasarkan karakteristik traksi dan efisiensi transmisi. Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan tiga tahapan penelitian. Tahapan pertama adalah melakukan pengujian dynotest pada kedua tipe transmisi mobil untuk mengetahui daya aktual serta efisiensi transmisi. Tahap kedua, dilakukan analisa perhitungan sehingga di dapatkan grafik karakteristik mobil. Selanjutnya tahap ketiga dilakukan perbandingan terhadap grafik karakteristik tiap transmisi mobil berdasarkan efisiensi transmisi yang akan diolah dalam bentuk perbandingan grafik. Dari penelitian ini diperoleh grafik karakteristik traksi mobil. Pengujian dynotest menunjukkan efisiensi transmisi total dari mobil Jazz transmisi cvt sebesar 60,2% dan manual sebesar 71,2%. Setelah dilakukan analisa, terhadap karakteristik traksi pada tiap tipe transmisi didapatkan bahwa transmisi cvt memiliki nilai traksi maksimum 3,708 kN, mampu melewati tanjakan maksimum sebesar 19,862°, memiliki kecepatan maksimum 188 km/jam dan percepatan sebesar 3,332 m/s² sedangkan transmisi manual memiliki nilai traksi maksimum 5,33 kN, mampu melewati tanjakan maksimum sebesar 32,248°, memiliki kecepatan maksimum 182 km/jam dan percepatan sebesar 5,232 m/s².

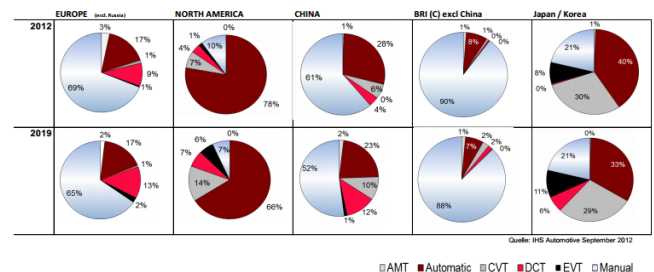
Kata Kunci—Transmisi, Manual, Cvt, Dynotest, Efisiensi, Karakteristik Traksi.

I. PENDAHULUAN

TEKNOLOGI otomotif mengalami perkembangan pesat beberapa tahun terakhir, begitu pula dari sektor mobil, yang juga diiringi dengan tingginya penjualan kendaraan di pasar otomotif global tidak terkecuali Indonesia. Berdasarkan data Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo) menunjukkan penjualan mobil pada kuartal bulan Juli 2018 tercatat sebanyak 107.431 unit, dan membuktikan kebutuhan akan kendaraan di Indonesia sangat tinggi.

Variabel yang mengalami perubahan adalah tipe transmisi. menurut data dari *Indian Microfinance Sector (ICRA)* perbandingan penjualan mobil dunia dari segi transmisi manual dan transmisi otomatis mengalami perkembangan dimana dengan pertambahan penjualan mobil volume

kendaraan di jalan akan meningkat yang menyebabkan konsumen beralih ke transmisi otomatis, bahkan di USA pemakaian kendaraan bertransmisi otomatis sudah melebihi angka 95% di tahun 2017 [1].

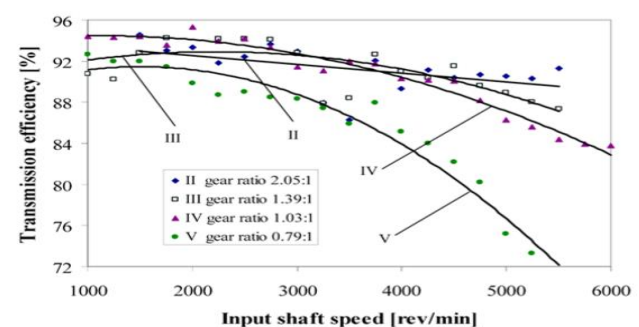


Gambar 1. Prediksi penggunaan tipe transmisi [2].

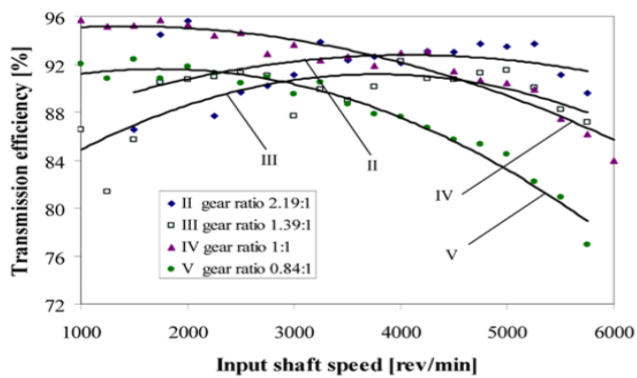
Melihat tingginya tingkat produksi dan penjualan mobil di Indonesia dan melihat arah perkembangan penjualan dari tipe transmisi, seharusnya pihak produsen mengimbangnya dengan upaya memberikan informasi detail mengenai mobil kepada konsumen seperti yang telah dilakukan di beberapa negara maju dalam upaya mencerdaskan konsumen.

Dari penelitian yang dilakukan oleh A. Irimescu, L. Mihon dan G. Padure dengan topik *Automotive Transmission Efficiency Measurement Using a Chassis Dynamometer* dimana dihasilkan metode untuk mengukur efisiensi transmisi menggunakan *chassis dynamometer*, dengan perbandingan antara mobil *Front Wheel Drive* dan *Rear Wheel Drive* menjadi dasar untuk pengujian maupun analisa dari penelitian.

Perbedaan sistem transmisi juga menghasilkan performa yang berbeda juga. Sehingga perbedaan itulah yang mendasari penulis untuk melakukan analisis dan studi eksperimen perbandingan transmisi manual dengan transmisi cvt pada mobil Honda Jazz 2018, berdasarkan karakteristik traksi dan efisiensi transmisi



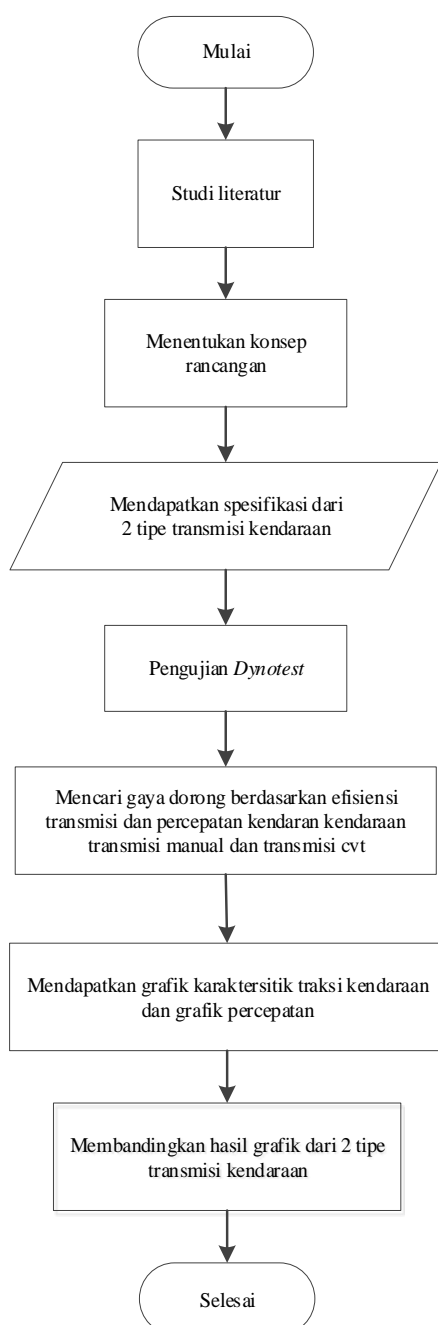
Gambar 2. Efisiensi transmisi FWD [3].



Gambar 3. Efisiensi transmisi RWD [3].

II. METODE PENELITIAN

Adapun metodologi penelitian yang dilakukan dapat diilustrasikan dalam sebuah *flowchart* seperti Gambar 4 berikut,



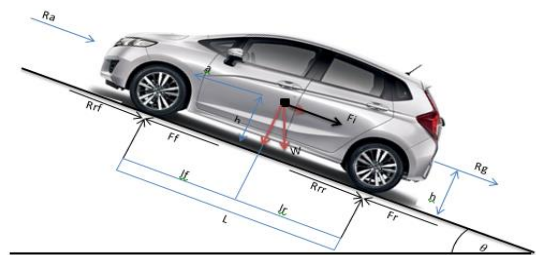
Gambar 4. Flowchart penelitian.

III. STUDI LITERATUR

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur. Pada bagian ini dilakukan pengumpulan literatur berupa buku, jurnal, serta katalog yang dapat mendukung penelitian tugas akhir ini. Referensi tersebut erat kaitannya dengan penelitian mengenai analisa karakteristik traksi, informasi mengenai spesifikasi kendaraan, serta penelitian mengenai perbandingan dari sistem transmisi maupun sistem transmisi tertentu.

IV. MENGHITUNG GAYA HAMBAT KENDARAAN

Gaya-gaya yang bekerja pada sebuah kendaraan yang sedang melaju pada sebuah permukaan dengan sudut tanjak tertentu dapat dijabarkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Dinamika kendaraan mobil.

F_t adalah gaya dorong kendaraan oleh mesin pada roda penggerak. Pada Gambar 5, F_t (gaya dorong) dibagi menjadi dua yaitu F_f (gaya dorong pada roda depan) dan F_r (gaya dorong pada roda belakang). Gaya dorong pada kendaraan yang sedang berjalan, dihambat oleh tiga macam gaya hambatan yaitu, *drag force*, *rolling resistance* serta gaya hambatan kendaraan akibat sudut tanjak [4].

1) Gaya Hambat Angin

Gaya hambatan karena udara pada mobil disebut dengan drag force. Pada dasarnya, terdapat beberapa jenis gaya hambatan angin pada kendaraan yaitu hambatan bentuk, hambatan pusaran, hambatan tonjolan, serta hambatan aliran dalam. Namun gaya hambatan yang paling besar adalah akibat gaya hambatan bentuk dan pusaran. Dengan demikian, besarnya gaya hambatan angin dapat dihitung dengan persamaan berikut [5],

$$Ra = 1/2 \times \rho \times Cd \times Af \times Va^2 \quad (1)$$

dimana,

Ra = hambatan aerodinamika (N)

ρ = massa jenis udara (kg/m^3)

Cd = koefisien drag

Af = luas frontal kendaraan (m^2)

Va = kecepatan relatif angin terhadap kendaraan (m/s)

Besarnya Cd Honda Jazz 0.33, sedangkan luasan frontal area sebesar $1,79 \text{ m}^2$.

2) Gaya Hambat Rolling

Gaya yang kedua adalah rolling resistant. Yaitu gaya hambatan akibat gesekan ban dengan jalan. Untuk mencari besarnya gaya hambatan ini, pertama kita harus menentukan besarnya koefisien hambatan rolling (f_r) terlebih dahulu. Besarnya f_r dapat dicari menggunakan persamaan berikut [5],

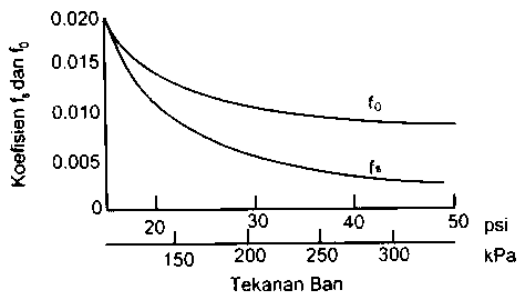
$$Fr = f_o + f_s (Vk \cdot 100)^{2.5} \quad (2)$$

dimana,

f_r = koefisien hambatan rolling

f_o dan f_s = koefisien yang nilainya tergantung pada tekanan ban, didapat dari grafik Gambar 6

Vk = kecepatan kendaraan (km/h)

Gambar 6. Grafik pengaruh tekanan ban pada f_o dan f_s [6].

3) Gaya Hambat Tanjakan

Gaya hambat yang ketiga adalah gaya hambat tanjakan, yaitu gaya hambat yang diakibatkan adanya sudut tanjak yang dilewati oleh kendaraan sehingga beban kendaraan akan bertambah akibat gaya gravitasi yang muncul. Besarnya gaya hambat akibat sudut tanjak dapat dihitung dengan rumus berikut,

$$R_g = W \sin \theta = \text{hambatan tanjakan (N)} \quad (3)$$

dimana,

W = berat mobil

θ = sudut tanjak

Ketika kendaraan dalam posisi menanjak, digunakan satuan gradeability sebagai acuan. Jika kendaraan didesain dengan gradeability 30% misalnya, maka kemampuan kendaraan tersebut harus mampu menanjak dengan gradeability sebesar 30%. Jika kendaraan tersebut belum mampu menempuh tanjakan tersebut, maka kendaraan tersebut dikatakan tidak memenuhi kriteria gradeability yang disyaratkan [3].

Perhitungan gradient tanjakan (G) dapat dilakukan dengan rumus berikut,

$$G = \tan \theta \times 100\% = \frac{(\text{vertical projection})}{(\text{horizontal projection})} \times 100\% \quad (4)$$

Dengan demikian, setelah meninjau tiga buah gaya hambat yang bekerja pada kendaraan sesuai penjelasan sebelumnya, maka gaya hambat total pada kendaraan dapat dirumuskan sesuai persamaan 5,

$$F_r = R_a + R_r + R_g \quad (5)$$

V. MENGHITUNG GAYA DORONG KENDARAAN

Gaya Dorong adalah gaya yang bekerja berlawanan dengan arah gerak gaya hambat kendaraan. Gaya dorong ini dihasilkan dari daya yang dihasilkan oleh mesin kendaraan (engine) yang kemudian disalurkan melalui sistem transmisi sehingga akhirnya dapat menggerakkan roda. Untuk menghitung besarnya gaya dorong yang mampu dihasilkan kendaraan, dapat digunakan persamaan 6 dan 7 [5].

$$F_t(\text{manual}) = \frac{it \cdot ig \cdot Me}{r} \eta_t \quad (6)$$

$$F_t(\text{cvt}) = \frac{ivt \cdot Ctr \cdot Me}{r} \eta_t \quad (7)$$

dimana,

Me = torsi keluaran dari mesin (N.m)

r = jari-jari roda (m)

η_t = efisiensi transmisi

it = perbandingan gigi transmisi

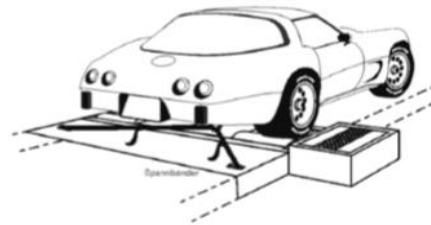
ivt = perbandingan rasio pulley

ig = perbandingan transmisi pada gardan

Ctr = perbandingan rasio torsi konverter

VI. DYNOTEST

Pengujian ini dilakukan dengan 2 mobil Honda Jazz 2018 dengan transmisi manual dan cvt, dengan memperhatikan pengkondisian yang sama dan memakai sistem *chassis dyno*. *Dyno* yang digunakan menggunakan jenis *on-wheel dynamometer*, dengan skema pengujian berdasarkan Gambar 7.

Gambar 7. Skema pengujian *dynotest* [3].

Dimana nilai torsi dari pengujian akan dibandingkan dengan nilai torsi dari mesin dengan rumus berikut,

$$\eta_t = \frac{\text{torsi maksimum pengujian}}{\text{torsi maksimum engine}} \quad (8)$$

VII. KARAKTERISTIK TRAKSI

Untuk memudahkan kita mengetahui karakteristik transmisi kendaraan, maka dibuat grafik untuk gaya dorong – kecepatan. Pada grafik tersebut ditunjukkan hambatan rolling (R_r), aerodinamik (R_a), serta tanjak yang terjadi pada kendaraan, serta gaya dorong total, gaya dorong bersih, dan gaya dorong maksimum yang dapat terjadi pada bidang^[4].

Gaya dorong bersih (F_n) yang dimaksudkan adalah gaya dorong total dikurangi hambatan rolling dan hambatan aerodinamika, dirumuskan sebagai berikut:

$$F_n = F - R_r - R_a \quad (10)$$

Dikarenakan mobil Jazz yang dijadikan objek penelitian memiliki 2 jenis transmisi, dimana digunakan torsi converter untuk menyalurkan daya output engine menuju transmisi pada cvt, maka grafik traksi nya akan terlihat lebih landai dibandingkan transmisi manual untuk masing-masing tingkat kecepatan.

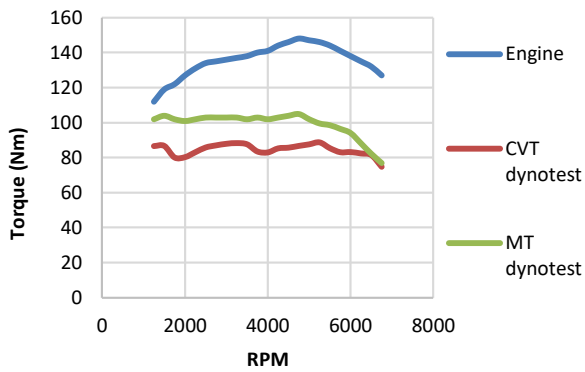
VIII. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan data teknis dan spesifikasi kendaraan Honda Jazz 2018, dibuat karakteristik traksi dan kinerja transmisinya dengan memperhatikan dalam beberapa batasan:

1. Kendaraan yang dianalisa adalah Honda Jazz 2018 MT dan Honda Jazz 2018 CVT.
2. Analisa yang dilakukan dalam kondisi mobil terisi 1 penumpang dengan berat orang 60 kg.
3. Tekanan ban 30 psi.
4. Kinerja engine tidak dipengaruhi lingkungan sekitar.
5. Jalan yang dilalui rata (tidak bergelombang).
6. Tidak ada *slip* pada ban yang terjadi.
7. Beban angin yang terjadi pada kendaraan yaitu gaya hambat (drag).

A. Perhitungan Efisiensi Transmisi Berdasarkan Uji Dynotest

Besarnya efisiensi transmisi (η_t) diperoleh dengan membandingkan nilai *torque loss* maksimum dengan torsi maksimum pada engine pada tiap-tiap transmisi. Seperti pada Gambar 6.

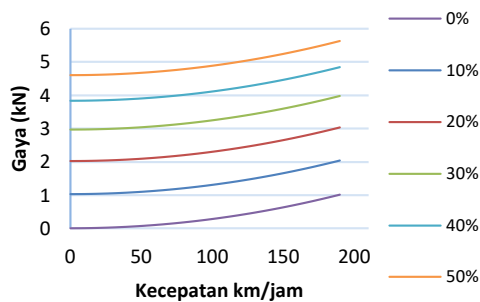


Gambar 6. Grafik perbandingan grafik torsi vs rpm.

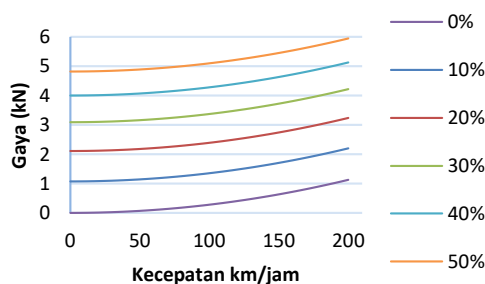
Dan dengan menggunakan rumus 8, maka didapatkan hasil dari pengujian dynotest yang telah dilakukan dengan hasil transmisi manual menghasilkan torsi maksimum sebesar 104 N-m dengan efisiensi transmisi sebesar 71,2% sedangkan transmisi cvt sebesar 88 N-m dengan efisiensi transmisi sebesar 60,6%.

B. Perhitungan Gaya Hambat Kendaraan

Dengan menggunakan rumus 5, maka di dapatkan grafik gaya hambat total sebagai berikut

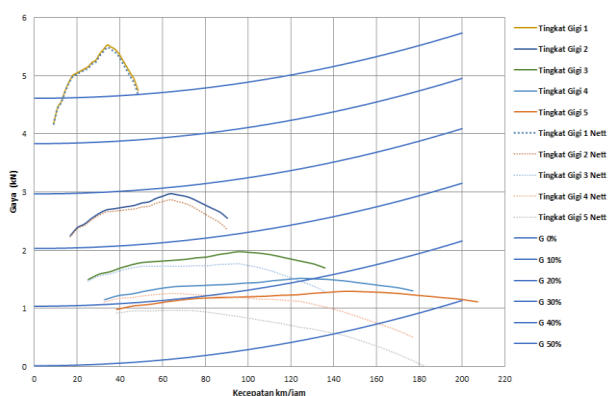


Gambar 8. Grafik gaya hambatan total Jazz MT.



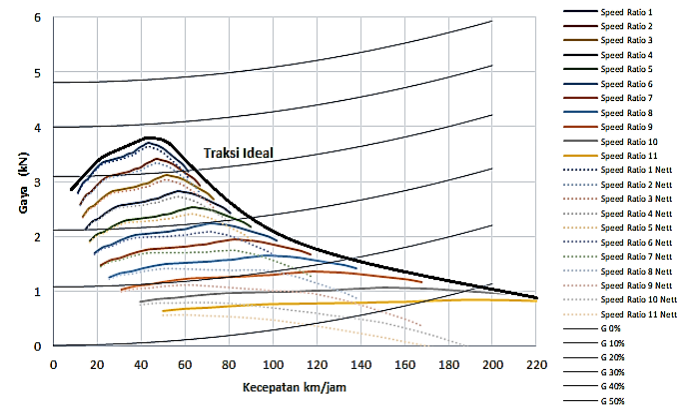
Gambar 9. Grafik gaya hambatan total Jazz CVT.

C. Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan



Gambar 10. Grafik karakteristik traksi Jazz MT.

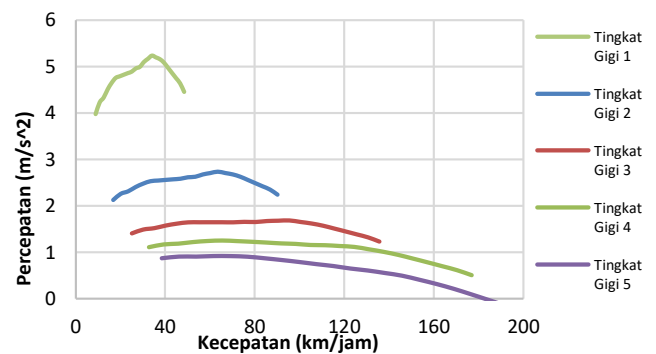
Nilai gaya dorong diperoleh menggunakan rumus 6 dan 7. Dengan menggabungkan hasil dari efisiensi transmisi total (η_t), gaya hambatan total kendaraan, dan berdasarkan spesifikasi kendaraan dari tiap variabel transmisi. Didapatkan grafik karakteristik traksi kendaraan yang disajikan pada Gambar 10.



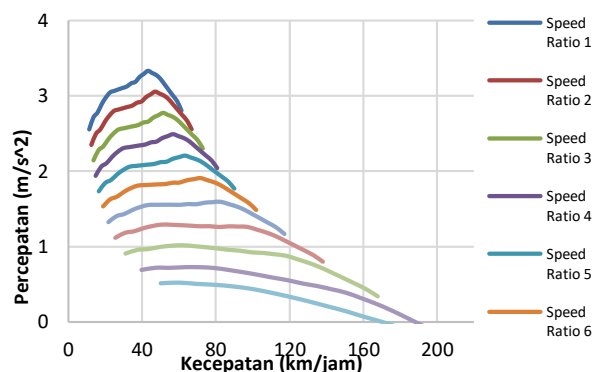
Gambar 11. Grafik karakteristik traksi Jazz CVT.

Dapat dilihat dari grafik karakteristik traksi dimana tidak terdapat *losses* traksi pada transmisi cvt dibandingkan dengan transmisi manual yang memiliki *losses* traksi di tiap tingkat gigi dengan *losses* traksi terbesar pada tingkat gigi 1 ke tingkat gigi 2 dengan nilai sebesar 2,223 Kn dimana permasalahan *losses* traksi dapat diperbaiki dengan membuat rasio transmisi baru menggunakan teori progresi geometri dan merupakan salah satu tujuan dari sistem transmisi cvt untuk menghilangkan *losses* traksi yang terjadi pada tiap perpindahan gigi. Dari grafik karakteristik traksi diatas kita dapat membuat beberapa parameter perbandingan yang dapat digunakan sebagai acuan dari tiap variabel sistem transmisi dari tahanan maksimum maupun kecepatan maksimum yang dapat ditempuh.

D. Perhitungan Percepatan Kendaraan



Gambar 12. Grafik percepatan Jazz MT

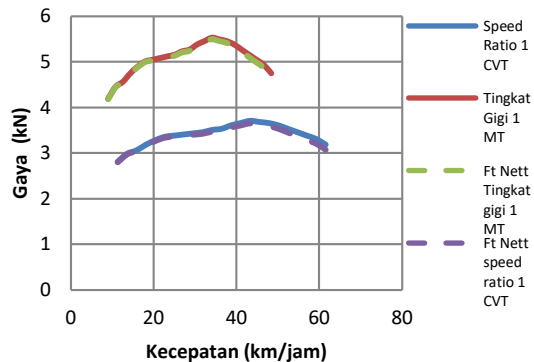


Gambar 13. Grafik percepatan Jazz CVT.

Nilai percepatan dapat kita dapatkan dari grafik karakteristik traksi untuk mengetahui kemampuan akselerasi dari tiap variabel transmisi manual maupun cvt dengan nilai gaya dorong yang didapatkan dibagi dengan massa kendaraan total. Didapatkan grafik percepatan yang disajikan pada Gambar 12 dan 13.

E. Perbandingan Tanjakan Maksimum

Setelah dilakukan analisa dan perhitungan berdasarkan efisiensi transmisi untuk mencari karakteristik traksi dari transmisi manual dan transmisi cvt, didapatkan grafik perbandingan tanjakan maksimum sebagai berikut,



Gambar 14. Grafik perbandingan tanjakan maksimum.

Nilai gaya dorong (Ft) terbesar dari masing-masing transmisi, dimana pada transmisi manual didapatkan pada tingkat gigi 1 dengan nilai Ft sebesar 5530,383 N dan pada transmisi CVT didapatkan pada *speed ratio* 1 dengan nilai Ft sebesar 3708,023 N. Nilai tanjakan maksimum dapat dihitung dengan rumus 2.24 sebagai berikut,

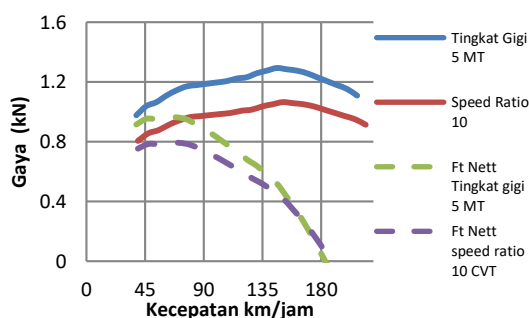
$$\theta_{max} = \arcsin \left(\frac{F_t - R_r - R_a}{W} \right) \quad (8)$$

Dimana $F_t - R_r - R_a$ merupakan gaya dorong bersih maksimum yang dapat dicapai dan W adalah berat dari tiap mobil. Diketahui nilai gaya dorong bersih dari transmisi manual sebesar 5489 N dengan berat 1049 kg dan nilai gaya dorong bersih transmisi CVT sebesar 3645 N dengan berat 1094 kg.

$$\begin{aligned} \theta_{MT} &= \arcsin \left(\frac{5489 \text{ N}}{10287 \text{ N}} \right) \\ \theta_{MT} &= 32,248^\circ \\ \theta_{CVT} &= \arcsin \left(\frac{3645 \text{ N}}{10728 \text{ N}} \right) \\ \theta_{CVT} &= 19,862^\circ \end{aligned}$$

Dari nilai tanjakan maksimum diatas dan dapat dilihat bahwa transmisi yang digunakan pada Jazz MT dapat melewati tanjakan maksimum sebesar 32,248° jika dibandingkan dengan Jazz CVT yang hanya mampu melewati tanjakan maksimum sebesar 19,862°.

F. Perbandingan Kecepatan Maksimum



Gambar 15. Grafik perbandingan kecepatan maksimum.

Tabel 1
Perbandingan transmisi manual dan cvt

Perbandingan Transmisi			
Transmisi	CVT	Manual	Keterangan
Tipe transmisi	AT	MT	Transmisi cvt melakukan perpindahan gigi secara otomatis dan dapat memudahkan pengendara dalam berkendara di jalanan
Efisiensi total (% menandakan reduksi putaran dari engine)	60,6%	71,2%	Transmisi manual merupakan transmisi yang paling efisien karena memiliki tingkat friksi yang paling kecil dan tidak memiliki torsi <i>converter</i> maupun <i>belt</i>
<i>Torque engine loss (peak torque 148 Nm) dan engine power (peak power 118 hp)</i>	88 Nm / 74 hp	105 Nm / 80 hp	Transmisi manual memiliki torsi keluaran yang lebih tinggi menunjukan torsi yang hilang dalam transfer daya ke roda lebih kecil
Rasio tingkat gigi transmisi	Tidak terbatas	5 tingkat	Transmisi cvt terus menerus berganti gigi tanpa langkah-langkah memberikannya rasio tak terbatas dan memungkinkan operasi mesin yang paling efisien.
Kemampuan melewati tanjakan, <i>gradeability</i> (%) dan sudut tanjak maksimum (°)	30% / 19,862°	50% / 32,248°	Transmisi manual memiliki rasio gigi yang besar pada tingkat gigi 1 menghasilkan kemampuan tanjak yang lebih baik.
Kecepatan maksimum (km/h)	188 km/h	182 km/h	Transmisi cvt memiliki rasio <i>overdrive</i> (rasio dibawah 1) yang lebih baik untuk mencapai kecepatan maksimum yang lebih tinggi
Percepatan maksimum (m/s²)	3,332 m/s² pada 43 km/h	5,232 m/s² pada 34 km/h	Transmisi manual memiliki rasio gigi yang besar pada tingkat gigi 1 menghasilkan percepatan yang lebih baik

Setelah dilakukan analisa dan perhitungan berdasarkan efisiensi transmisi untuk mencari karakteristik traksi dari transmisi manual dan transmisi cvt, didapatkan grafik perbandingan kecepatan maksimum yang disajikan pada Gambar 15.

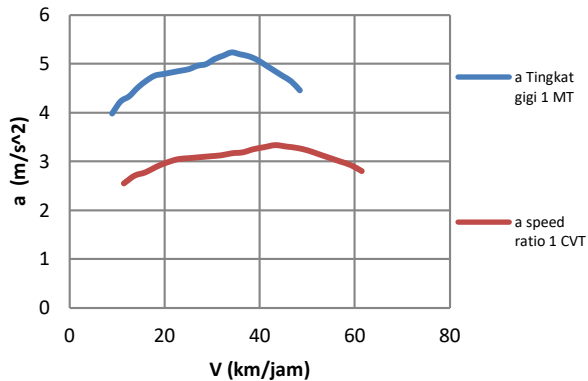
Dari Gambar 15 dapat dilihat perbandingan grafik gaya dorong dari *speed ratio* 10 CVT dengan grafik gaya dorong dari tingkat gigi 5 MT. Dari grafik yang didapat melalui pengujian dan analisa didapatkan nilai kecepatan (V) terbesar dari masing-masing transmisi, dimana pada transmisi manual didapatkan pada tingkat gigi 5 dengan nilai V sebesar 182 km/jam dan pada transmisi CVT didapatkan pada *speed ratio* 10 dengan nilai V sebesar 188 km/jam.

G. Perbandingan Percepatan Maksimum

Setelah dilakukan analisa dan perhitungan berdasarkan efisiensi transmisi untuk mencari karakteristik traksi dari transmisi manual dan transmisi cvt, didapatkan grafik perbandingan percepatan maksimum yang disajikan pada Gambar 16.

Dari Gambar 16 dapat dilihat grafik percepatan sebagai fungsi kecepatan pada kendaraan Jazz MT dan Jazz CVT. Terlihat bahwa antara grafik gaya dorong dengan grafik

percepatan kendaraan memiliki kesamaan *trendline*, sebab besarnya percepatan kendaraan merupakan gaya dorong bersih kendaraan yang dibagi dengan masa total kendaraan yang nilainya konstan. Dari kedua grafik diatas dapat dilihat adanya perbedaan *trendline*. Pada Jazz MT percepatan maksimum sebesar $5,232 \text{ m/s}^2$ dan berada pada kecepatan 34 km/jam sementara pada Jazz CVT percepatan maksimum sebesar $3,332 \text{ m/s}^2$ terjadi pada kecepatan 43 km/jam.



Gambar 16. Grafik perbandingan percepatan maksimum.

H. Perbandingan Transmisi Manual dan CVT

Setelah melakukan pengujian maupun analisa perbandingan transmisi cvt dan manual didapatkan data perbandingan yang ditampilkan pada Tabel 1.

IX. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisa dari pengujian maupun perhitungan dan analisa didapatkan kesimpulan dari perbandingan tipe transmisi. Hasil pengujian *dynotest* didapatkan grafik *engine torque loss* dimana efisiensi

transmisi total dari mobil Jazz transmisi manual sebesar 71,2% mampu melewati tanjakan maksimum dengan gradeability lebih dari 50% sebesar $32,248^\circ$, memiliki kecepatan maksimum pada tingkat gigi 5 sebesar 182 km/jam, dan percepatan maksimum sebesar $5,232 \text{ m/s}^2$ pada 34 km/jam sedangkan dari mobil Jazz transmisi cvt sebesar 60,6%, mampu melewati tanjakan maksimum dengan gradeability lebih dari 30% sebesar $19,862^\circ$, memiliki kecepatan maksimum pada speed ratio 10 sebesar 188 km/jam, dan percepatan maksimum sebesar $3,332 \text{ m/s}^2$ pada 43 km/jam. Didapatkan data dari pengujian maupun analisa, dari segi efisiensi total, *torque engine loss* dan *engine power*, kemampuan melewati tanjakan dan sudut tanjak maksimum, dan percepatan maksimum transmisi manual lebih baik dibandingkan dengan transmisi cvt. Akan tetapi data dari segi tipe transmisi, rasio tingkat gigi transmisi, dan kecepatan maksimum menunjukkan transmisi cvt lebih baik dibandingkan dengan transmisi manual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ICRA Research, "Comparison of Automobiles Sales Based on Transmissin," 2016.
- [2] P. 2 B. on E. and E. S. D. on E. and P. S. C. Committee on the Assessment of Technologies for Improving Fuel Economy of Light-Duty Vehicles, *Effectiveness And Deployment Of Fuel Economy Technologies For Light-Duty Vehicles*. Washington D.C.: The National Academic Press, 2004.
- [3] A. Irimescu, L. Mihon, and G. Pădure, "Automotive transmission efficiency measurement using a chassis dynamometer," *Int. J. Automot. Technol.*, vol. 12, no. 4, pp. 555–559, Aug. 2011.
- [4] N. Wardhana, "Analisis Karakteristik Traksi Serta Redesign Rasio Transmisi Toyota Fortuner 4.0 V6 SR (AT 4 x 4)," Surabaya, 2016.
- [5] B. S.I. Nyoman., Sampurno, *Teknologi Otomotif Edisi Kedua*. Guna Widya, 2010.
- [6] J. J. Taborek, *Mechanics of Vehicles*. Ohio: Penton Publishing Co, 1957.